



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002061642 A**(43) Date of publication of application: **28.02.02**

(51) Int. Cl.

F16C 17/10
F16C 33/10
F16C 33/12
H02K 5/16
H02K 7/08

(21) Application number: **2001038933**(22) Date of filing: **15.02.01**

(30) Priority: **24.02.00 JP 2000048212**
13.03.00 JP 2000068953
22.03.00 JP 2000080658
06.06.00 JP 2000168399

(71) Applicant: **NSK LTD**

(72) Inventor: **TANAKA KATSUHIKO**
SAKATANI IKUNORI
HIGUCHI YUKIO
OTSUBO TAKENOBU
OCHIAI SHIGEYUKI

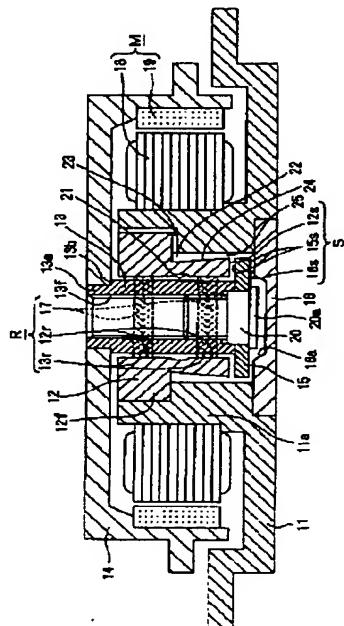
(54) **FLUID BEARING DEVICE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fluid bearing device excellent in durability in spite of starting and stopping operations and in mass productivity.

SOLUTION: A fluid bearing device comprises a shaft 13 provided at one end with a thrust plate 15, a sleeve 12 facing the shaft 13 through a fluid bearing clearance of a radial fluid bearing R, and a counter plate 16 facing one 15s of planes of the thrust plate 15 through a fluid bearing clearance of a thrust fluid bearing S. The thrust plate 15 and the sleeve 12 are made of copper alloy of different components.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



THIS PAGE BLANK (USFC,

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-61642
(P2002-61642A)

(43) 公開日 平成14年2月28日 (2002.2.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
F 1 6 C 17/10		F 1 6 C 17/10	A 3 J 0 1 1
33/10		33/10	Z 5 H 6 0 5
33/12		33/12	Z 5 H 6 0 7
H 0 2 K 5/16		H 0 2 K 5/16	Z
7/08		7/08	A
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 15 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-38933(P2001-38933)
(22) 出願日 平成13年2月15日 (2001.2.15)
(31) 優先権主張番号 特願2000-48212(P2000-48212)
(32) 優先日 平成12年2月24日 (2000.2.24)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)
(31) 優先権主張番号 特願2000-68953(P2000-68953)
(32) 優先日 平成12年3月13日 (2000.3.13)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)
(31) 優先権主張番号 特願2000-80658(P2000-80658)
(32) 優先日 平成12年3月22日 (2000.3.22)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004204
日本精工株式会社
東京都品川区大崎1丁目6番3号
(72) 発明者 田中 克彦
神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号
日本精工株式会社内
(72) 発明者 坂谷 郁紀
神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号
日本精工株式会社内
(74) 代理人 100066980
弁理士 森 哲也 (外2名)

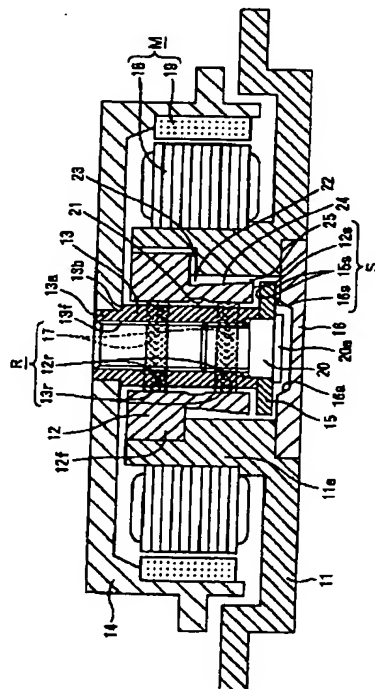
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体軸受装置

(57) 【要約】

【課題】 起動停止耐久性及び量産性に優れた流体軸受装置を提供する。

【解決手段】 一端にスラストプレート15を有する軸13と、該軸13にラジアル流体軸受Rの流体軸受すきまを介して対向するスリーブ12と、スラストプレート15の一方の平面15sにスラスト流体軸受Sの流体軸受すきまを介して対向するカウンタプレート16と、を備えた流体軸受装置において、スラストプレート15とスリーブ12とを、異なる組成の銅合金で構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フランジ部を有する軸と、該軸にラジアル流体軸受の流体軸受すきまを介して対向するスリーブと、前記フランジ部の少なくとも一方の平面にスラスト流体軸受の流体軸受すきまを介して対向する相手部材と、を備えた流体軸受装置において、前記フランジ部と前記スリーブとを、異なる組成の銅合金で構成したことを特徴とする流体軸受装置。

【請求項2】 前記スリーブを構成する銅合金を、ビッカース硬さHvが180以上の銅合金としたことを特徴とする請求項1記載の流体軸受装置。

【請求項3】 前記スリーブを構成する銅合金を、ビッカース硬さHvが200以上の銅合金としたことを特徴とする請求項1記載の流体軸受装置。

【請求項4】 前記銅合金を、ベリリウム銅、高力黄銅、及びアルミ青銅のうちのいずれかとしたことを特徴とする請求項2又は請求項3記載の流体軸受装置。

【請求項5】 前記相手部材を銅合金で構成したことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の流体軸受装置。

【請求項6】 前記ラジアル流体軸受を構成する深さ2～10μmの動圧発生用の溝を、前記スリーブの内周面に設けたことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の流体軸受装置。

【請求項7】 前記フランジ部を、前記軸にねじ止めによって固着したことを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の流体軸受装置。

【請求項8】 前記スリーブと前記相手部材とは、その材質又は硬さが異なることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の流体軸受装置。

【請求項9】 前記スリーブが備える平面が、前記スラスト流体軸受の流体軸受すきまを介して前記フランジ部の一方の平面に対向し、前記相手部材が備える平面が、前記スラスト流体軸受の流体軸受すきまを介して前記フランジ部の他方の平面に対向するとともに、前記スリーブの平面及び前記相手部材の平面のうち少なくとも一方に表面処理を施したことを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の流体軸受装置。

【請求項10】 前記ラジアル流体軸受の流体軸受すきま及び前記スラスト流体軸受の流体軸受すきまに、0.1～5wt%の酸化防止剤を含有する潤滑剤を充填したことを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の流体軸受装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報機器、音響・映像機器、事務機用の流体軸受装置に係り、特に、ノート型パソコン等に使用される磁気ディスク装置(HDD)、ファンモータ等に最適な流体軸受装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のこの種の流体軸受装置としては、例えば、HDD用スピンドルモータがある。その構造を、図3を参照しながら説明する。このものは、ベース101に立設した円筒部101aにスリーブ102が固着されており、そのスリーブ102に軸103が回転自在に挿通されている。この軸103の上端には逆カップ状のハブ104が一体的に取り付けられていて、軸103とスリーブ102との間には動圧流体軸受部が介在している。

【0003】すなわち、軸103の下端には円板状のスラストプレート105が圧入によって固着されていて、スラストプレート105の両平面がスラスト流体軸受Sのスラスト受面105sとされている。そして、上面側のスラスト受面105sには一方の相手部材であるスリーブ102の下端面が対向し、このスリーブ102の下端面がスラスト流体軸受Sのスラスト軸受面102sとされている。

【0004】また、スラストプレート105の下方には、他方の相手部材であるカウンタープレート106が配置され、ベース101に固定されている。このカウンタープレート106の上面がスラストプレート105の下面側のスラスト受面105sに対向して、スラスト流体軸受Sのスラスト軸受面106sとされている。上記スラスト受面105s、105sとスラスト軸受面102s、106sとの少なくとも一方に、図示されないヘリングボーン状又はスパイラル状の動圧発生用の溝を備えてスラスト流体軸受Sが構成されている。

【0005】さらに、軸103の外周面には、上下に間隔をおいて一対のラジアル受面103rが形成されている。また、このラジアル受面103rに対向させて、スリーブ102の内周面にラジアル軸受面102rが形成されている。そして、ラジアル受面103rとラジアル軸受面102rとの少なくとも一方に、例えばヘリングボーン状の動圧発生用の溝107を備えて、ラジアル流体軸受Rが構成されている。

【0006】そして、円筒部101aの外周にはステータ108が固定され、ハブ104の内周面下側に固定されているロータ磁石109とギャップを介して周面对向して駆動モータMを形成しており、軸103とハブ104とが一体的に回転駆動される。軸103が回転すると、スラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの各動圧発生用の溝のポンピング作用により、各流体軸受S、Rの軸受すきまの潤滑剤に動圧が発生して、軸103はスリーブ102及びカウンタープレート106と非接触となり支承される。

【0007】このような従来のスピンドルモータは、スラストプレート105と軸103との圧入による締結強度を確保して外部衝撃に対する耐衝撃性を確保するために、スラストプレート105はヤング率の高いステンレス鋼(ビッカース硬さHv=約270)により構成さ

れ、相手部材であるスリーブ 102 及びカウンタープレート 106 は、同一の組成の銅合金（例えば、ピッカース硬さ H_v = 約 150 の快削黄銅）により構成されていた。また、スラスト流体軸受 S の動圧発生用の溝は、スラストプレート 105 の両平面にエッチングにより加工されていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】最近の HDD 用スピンドルモータにおいては、長期信頼性を確保するために起動停止耐久性に優れることが要求されている。特に、動圧流体軸受の場合には、起動停止時にスラスト軸受面 106 s とスラスト受面 105 s とが互いに接触することは避けられないので、起動停止を繰り返す間に徐々に摩耗して、発生した摩耗粉をかみ込むことにより軸受の回転精度が劣化したり、ひどい場合には回転不能となるおそれがあった。したがって、起動停止の際の接触によってスラスト軸受面 106 s 及びスラスト受面 105 s が損傷することを防止することが重要である。

【0009】しかしながら、従来のスラスト流体軸受 S においては、硬さの高いステンレス鋼からなるスラストプレート 105 に動圧発生用の溝が加工されているために、エッチング加工により生じた前記溝周辺の微小なバリや盛り上がり部分を、完全に除去することが困難である。そのため、起動及び停止の繰り返しにより、硬さの低い銅合金からなる相手部材（スリーブ 102 及びカウンタープレート 106）の軸受面（スラスト軸受面 102 s 及びスラスト軸受面 106 s）を損傷させるおそれがあった。

【0010】また、ステンレス鋼は切削性が良好でないために、寸法精度の確保がむずかしく量産性が劣るという問題があった。そこで、本発明は、上記のような従来の流体軸受装置が有する問題点を解決し、起動停止耐久性や量産性に優れた流体軸受装置を提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は次のような構成からなる。すなわち、本発明の流体軸受装置は、フランジ部を有する軸と、該軸にラジアル流体軸受の流体軸受すきまを介して対向するスリーブと、前記フランジ部の少なくとも一方の平面にスラスト流体軸受の流体軸受すきまを介して対向する相手部材と、を備えた流体軸受装置において、前記フランジ部と前記スリーブとを、異なる組成の銅合金で構成したことを特徴とする。

【0012】このような流体軸受装置は、前記フランジ部と前記スリーブとを切削性の良好な銅合金で構成したので、寸法精度の確保が容易で、且つ加工性が高く量産性が優れている。また、異なる組成の銅合金で構成されている前記フランジ部と前記スリーブのうち、硬さが低い方に動圧発生用の溝を加工すれば、溝の加工性が高い

ので量産性が優れている。また、前記溝の加工により生じた前記溝周辺の微小なバリや盛り上がり部分を、完全に除去することが可能であるので、前記フランジ部又は前記スリーブが接触する部材の軸受面が、軸受の起動及び停止の繰り返しによって損傷することを防止できる。

【0013】なお、前記フランジ部と前記スリーブとは、硬さの差がピッカース硬さ H_v で 50 以上となるように、異なる組成の銅合金で構成することが好ましい。そうすれば、前記部材の軸受面がより損傷しにくいので、起動停止耐久性がより優れる。ただし、前記フランジ部と前記スリーブとの硬さが同じ場合には、動圧発生用の溝はどちらに設けても差し支えないし、両方に設けても差し支えない。

【0014】また、本発明の流体軸受装置は、前記スリーブを構成する銅合金を、ピッカース硬さ H_v が 180 以上の銅合金とすることが好ましく、200 以上の銅合金とすることがより好ましい。さらに、本発明の流体軸受装置は、前記銅合金を、ベリリウム銅、高力黄銅、及びアルミ青銅のうちのいずれかとすることができる。

【0015】このようなピッカース硬さ H_v が 180 以上の銅合金（より好ましくはピッカース硬さ H_v が 200 以上の銅合金）は、良好な加工性（切削加工性、塑性加工性等）と優れた摺動性とを併せ持っているため、量産性に優れ低コストであるうえ、起動停止耐久性にも優れている。なお、前記スリーブを構成する銅合金を、ピッカース硬さ H_v が 300 以上の銅合金とすれば、流体軸受装置の起動停止耐久性を著しく高めることができるのでより好ましい。

【0016】さらに、前記銅合金をベリリウム銅とし、時効硬化処理等を施してピッカース硬さ H_v を 350 以上とすれば、流体軸受装置の起動停止耐久性をより高めることができるのでさらに好ましい。ベリリウム銅は、時効硬化処理前でもピッカース硬さ H_v が 210 ~ 270 程度である。なお、この場合には、ボール転造等の塑性加工により動圧発生用の溝を設けた後に、時効硬化処理等を施してピッカース硬さ H_v を 350 以上とすれば、加工性すなわち量産性が損なわれることなく起動停止耐久性を高めることができる。

【0017】さらに、本発明の流体軸受装置は、前記相手部材を銅合金で構成することができる。さらに、本発明の流体軸受装置は、前記ラジアル流体軸受を構成する深さ 2 ~ 10 μm の動圧発生用の溝を、スリーブの内周面に設けた構成とすることができる。このような構成であれば、ボール転造等の塑性加工による前記溝の加工が容易となり好ましい。もちろん、ボール転造に限らず、切削加工等によって前記溝を加工してもよい。

【0018】例えば、ピッカース硬さ H_v が 180 以上の銅合金（より好ましくはピッカース硬さ H_v が 200 以上の銅合金）は、快削黄銅（ピッカース硬さ H_v 150 程度）に比べて硬さが高いために加工が難しい。した

がって、前記溝の深さが $10\mu\text{m}$ を越えると、ボール転造等の塑性加工で溝を加工する際の負荷が大きく、転造ボールが割れやすくなるので、量産が困難となる。 $2\mu\text{m}$ 未満では、軸受の回転に伴う前記溝のポンピング作用により発生する動圧が小さく、所定の軸受性能が得られない。前記溝の深さを $2\sim 10\mu\text{m}$ とすれば、前記溝の加工性と軸受性能とを両立することが可能である。なお、前記溝の加工をより容易とするためには、前記溝の深さは $2\sim 6\mu\text{m}$ とすることがより好ましい。

【0019】なお、銅合金がベリリウム銅である場合は、上記と同様の理由により、前記溝の深さは $2\sim 8\mu\text{m}$ とすることが好ましく、 $2\sim 6\mu\text{m}$ とすることがより好ましい。さらに、本発明の流体軸受装置は、前記フランジ部を、前記軸にねじ止めによって固着した構成とすることができる。このような構成であれば、前記フランジ部を圧入により固着した場合のように、フランジ部の抜け荷重がフランジ部の材質の縦弾性係数により制約されるということがないので、流体軸受装置の耐衝撃性を確保するのに適している。

【0020】さらに、本発明の流体軸受装置は、前記スリーブと前記相手部材とは、その材質又は硬さが異なる構成とすることができる。さらに、本発明の流体軸受装置は、前記スリーブが備える平面が、前記スラスト流体軸受の流体軸受すきまを介して前記フランジ部の一方の平面に対向し、前記相手部材が備える平面が、前記スラスト流体軸受の流体軸受すきまを介して前記フランジ部の他方の平面に対向するとともに、前記スリーブの平面及び前記相手部材の平面のうち少なくとも一方は、表面処理を施された構成とすることができる。

【0021】すなわち、本発明の流体軸受装置は、前記フランジ部の両平面に設けたスラスト受面に対向するスラスト軸受面を備えた前記スリーブ及び前記相手部材のうち、起動停止時のアキシャル荷重が主に作用する方の軸受面のみ、硬さが高く摺動性のよい材質とするか、又は高硬度で且つ良摺動性となる表面処理を施したものである。

【0022】これにより、前記スリーブ及び前記相手部材の両方を、硬さが高く摺動性のよい材質としたり、高硬度で且つ良摺動性となる表面処理を施したりするよりも、低コストでしかも実質的に同程度の起動停止耐久性が確保できる。さらに、本発明の流体軸受装置は、前記ラジアル流体軸受の流体軸受すきま及び前記スラスト流体軸受の流体軸受すきみに、 $0.1\sim 5\text{wt}\%$ の酸化防止剤を含有する潤滑剤を充填した構成とすることができる。

【0023】このような構成であれば、潤滑剤と銅合金との反応を抑制できるとともに、高温時の蒸発による潤滑剤の減量を抑えることが可能である。酸化防止剤の含有量が $0.1\text{wt}\%$ 未満であると、上記の効果が不十分となり、 $5\text{wt}\%$ を越えると潤滑剤の粘度がベース油

(基油)と異なる粘度になってしまうという問題が生じるおそれがある。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明に係る流体軸受装置の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下の説明における上、下等の方向を示す用語は、特に断りがない限り、説明の便宜上、各図におけるそれぞれの方向を意味するものである。

【第一実施形態】図1は、本発明の流体軸受装置の第一実施形態であるスピンドルモータの断面図である。

【0025】ベース11の中央部に立設されている円筒部11aの内側に、銅合金製(ピッカース硬さHv264)のフランジ付円筒体状のスリーブ12が内挿されていて、前記フランジ12fにより一体的に固着されている。そして、スリーブ12には中空状の軸13が挿通されていて、軸13は内周面に雌ねじ13fが形成されている。この軸13の上端部13aは他部より小径となっていて、この小径の上端部13aを浅い逆カップ状のハブ14の中央部に設けられた穴に圧入することにより、軸13とハブ14とが一体に固着されている。小径な上端部13aと大径な他部との境目に形成される前記大径な他部の上端面13bにハブ14の下面が当接されるから、軸13とハブ14とは十分な耐衝撃性を確保するに足る強度で固着される。なお、軸13は中空状ではなく棒状(中実軸)でもよい。

【0026】ベース11の円筒部11aの外周にはステータ18が固定され、ハブ14の内周面に固定されたロータ磁石19とギャップを介して周面对向して駆動モータMを形成している。そして、スリーブ12の下端より突き出た軸13の下端には、銅合金製(ピッカース硬さHv90)の円板状のスラストプレート15が固定されている。なお、このスラストプレート15が本発明の構成要件たるフランジ部に相当する。本実施形態の場合は、軸13の内周面に設けられた雌ねじ13fに螺合した止めねじ20により、スラストプレート15が軸13に取り付けられている。

【0027】スラストプレート15をねじ止めにより取り付けたので十分な締結強度が確保され、圧入により取り付ける場合とは異なり、スラストプレート15にヤング率の低い銅合金(切削性が良好)を使用できる。なお、止めねじ20の頭部20aの形状としては、図示の平頭形に限定されることなく、丸小ねじのような丸頭形や皿小ねじのような皿頭形など適宜変更してよい。

【0028】そして、このスラストプレート15の下面は、ベース11に取り付けた銅合金製(ピッカース硬さHv264)のカウンタープレート16の上面と対向し、停止時には両対向面同士が当接している。カウンタープレート16の中央部(軸13の真下の位置)には、止めねじ20の頭部20aを収納する凹部16aが設けてある。そうすれば、止めねじ20をスラストプレート

15に没入した形態で取り付けの必要がなく、スラストプレート15の加工が容易となる。

【0029】なお、スラストプレート15を固定する止めねじ20を頭部20aが没入した形態で取り付けたり、スラストプレート15を軸13に圧入して固着するなどした場合は、凹部16aは設ける必要はない。ただし、スラストプレート15を軸13に圧入して固着した場合は、抜け荷重がスラストプレート15の材質の縦弾性係数により制約されるので、ねじ止めの方が耐衝撃性を確保するのに適している。

【0030】スラストプレート15の上下の両平面はスラスト受面15sとされる。そして、上面側のスラスト受面15sに対向する一方の相手部材であるスリーブ12の下端面と、下面側のスラスト受面15sに対向する他方の相手部材であるカウンタープレート16の上面とが、それぞれスラスト軸受面12s及び16sとされて、相対するスラスト受面15s、15sとスラスト軸受面12s、16sとのうちスラスト受面15s、15sに、例えばヘリングボーン状の動圧発生用の溝（図示せず）を備えてスラスト流体軸受Sを構成している。すなわち、スリーブ12、カウンタープレート16、及びスラストプレート15の中で、ビッカース硬さHvが低いスラストプレート15に動圧発生用の溝を設けている。

【0031】スラストプレート15の両平面（スラスト受面15s、15s）へ前記溝を設ける加工方法は、特に限定されるものではなく、塑性加工、切削加工、化学エッチング、電解エッチング等があげられる。ただし、スラストプレート15に硬さの低い銅合金を用いた場合は、コイニング加工による塑性加工が容易であるので、量産性に優れるという利点がある。なお、スリーブ12やカウンタープレート16は、強度が必要なため硬さが高い方が好ましい。

【0032】一方、軸13の外周面には、軸方向に間隔をおいて上下に一对のラジアル受面13rが形成されると共に、このラジアル受面13rに対向するラジアル軸受面12rがスリーブ12の内周面に形成されている。そして、ラジアル軸受面12rに例えば、くの字状のヘリングボーン状の動圧発生用の溝17を備えて、ラジアル流体軸受Rが構成されている。このラジアル流体軸受Rの動圧発生用の溝17を、溝長さが外側より内側の方が僅かに短い内向き非対称溝パターンにしておくと、回転中に軸受すきま内の潤滑剤が外部に流出する現象を防止できる。

【0033】なお、動圧発生用の溝17は、ラジアル受面13rに設けてもよいし、ラジアル軸受面12rとラジアル受面13rとの両方に設けてもよい。また、スピンドルモータのトルクを小さくするために、上下2つのラジアル流体軸受R、Rに挟まれたスリーブ12の内周面（又は軸13の外周面あるいはスリーブ12の内周面

と軸13の外周面との双方でもよい）に、ラジアル流体軸受Rの軸受すきまに向かってすきまが狭くなるテーパ状の周溝からなる逃げ溝21を設けている。

【0034】さらに、スリーブ12の外周面と円筒部11aの内周面との間には、円環状のすきまが介在していて、そのすきまが潤滑剤溜まり22を形成している。この潤滑剤溜まり22の上部には、外気と連通する空気抜き穴23が開口している。空気抜き穴23は、潤滑剤溜まり22の最上部から水平に延び、途中で上方に屈曲してスリーブ12の上端面に開口している。すなわち、空気抜き穴23は、円筒部11aのスリーブ12とのほめあい面に軸方向のスリットを形成するようにして設けられている。もちろん、潤滑剤溜まり22の最上部から垂直に伸び、スリーブ12の上端面に開口するように設けてもよい。

【0035】また、潤滑剤溜まり22の内面を形成するスリーブ12の外周面は、下方のスラスト流体軸受Sに向かってすきまが狭くなるテーパ面24とされている。もっとも、テーパ面24は必ずしもスリーブ12の外周面に形成するとは限らず、円筒部11aの内周面に形成してもよく、あるいはスリーブ12の外周面と円筒部11aの内周面との双方に形成してもよい。なお、テーパ面24は、カウンタープレート16の位置するところまでテーパ状となっていてよい。

【0036】そして、潤滑剤溜まり22の下部の流体軸受に近接して連通する部分は、軸受すきまとはほぼ等しいか、又は僅かに大きいすきまを有する潤滑剤供給路25とされ、表面張力に基づく毛管現象により潤滑剤が前記軸受すきまに導入されやすいようになっている。当該スピンドルモータへの潤滑剤の注入は、スピンドルモータの組立途中に空気抜き穴23から行う。ただし、カウンタープレート16の中心に厚み方向の通し穴からなる貫通穴が備えられていれば、全体を組み立てた後に該貫通穴から潤滑剤の注入を行ってもよい。注入された潤滑剤は、表面張力によりスラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの各軸受すきまを満たすとともに、余分な潤滑剤は潤滑剤溜まり22に溜まって、そのテーパ面24に表面張力に基づく毛管現象により保持される。したがって、輸送時や使用時にスピンドルモータが倒置されたとしても、潤滑剤溜まり22内の潤滑剤が外部に流出することはない。

【0037】また、潤滑剤溜まり22のすきまの大きさが、テーパ面24により下方の潤滑剤供給路25に向かって狭くなっているため、外部衝撃で飛散した潤滑剤も、外部に流出しない限りは潤滑剤溜まり22のすきまの狭い潤滑剤供給路25の方に自然に集められる。このようにスピンドルモータを組み立てると、軸受すきまに気泡の残留が少ない。また、気泡の脱気をより確実にするために、必要により潤滑剤を注入後にスピンドルモータを真空槽に入れ脱気するようにしてもよい。

【0038】駆動モータMにより、被回転体である図示しない磁気ディスクを外周部に搭載するハブ14と軸13とを一体的に回転駆動させると、スラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの各動圧発生用の溝のポンピング作用により、各流体軸受S、Rの軸受すきまに充填されている潤滑剤に動圧が発生して、軸13はスリーブ12及びカウンタープレート16と非接触となり支承される。

【0039】回転に伴い軸受すきまに残留する気泡があっても、潤滑剤溜まり22に開口する空気抜き穴23を経由してすみやかに外気に放出される。運転が長期に及んで、軸受すきまに保持されている潤滑剤が次第に蒸発したり飛散したりして不足してくると、潤滑剤溜まり22内に表面張力に基づく毛管現象で保持されている潤滑剤が、その不足分に応じてテーバ面24に案内されつつすきまの狭い方に吸引され、軸受すきま内に潤滑剤が満たされるまで補給される。すなわち、軸受すきま内の潤滑剤の減少に伴い、潤滑剤供給路25を経由してすきまの狭い軸受すきまに毛管現象で吸引され、潤滑剤溜まり22のテーバ面24の表面張力が釣り合う位置で安定する。こうして、潤滑剤の減少分だけ自動的に潤滑剤が補給される。

【0040】このように本実施形態によれば、潤滑剤溜まり22のすきまがテーバ状であるから、潤滑剤は表面張力ですきまの狭い方に吸引され、一方、組立時に巻き込んだ残留気泡はすきまの大きな方に分離排出される。したがって、各軸受すきまには気泡のない潤滑剤が自動的に確実に補給されて潤滑剤溜まり22と連通し、常時

潤滑剤で満たされた状態となり、長期にわたり使用しても信頼性の高い耐久性に優れたスピンドルモータが得られる。

【0041】また、本実施形態のスピンドルモータは、スリーブ12及びカウンタープレート16がビッカース硬さHvが264の銅合金で構成され、スラストプレート15がビッカース硬さHvが90の銅合金で構成されている。そして、ビッカース硬さHvが低いスラストプレート15の方に、前記動圧発生用の溝が設けられている。

【0042】銅合金は切削性が良好であり、さらに、硬さが低い方に前記動圧発生用の溝を加工するので、寸法精度の確保が容易で、且つ加工性が高く量産性が優れている。また、前記溝の加工により生じた前記溝周辺の微小なバリや盛り上がり部分を、完全に除去することが可能であるので、軸受の起動及び停止の繰り返しによるスリーブ12及びカウンタープレート16のスラスト軸受面12s、16sの損傷を防止できる。

【0043】次に、上記の実施形態と同様のスピンドルモータにおいて、相手部材（スリーブ12、カウンタープレート16）及びスラストプレート15を構成する金属の種類を種々変更したものを用意して、起動・停止の繰り返しによるスラスト軸受面の損傷の程度を評価する試験を行った。使用した金属の種類と評価結果とを表1に示す。

【0044】

【表1】

	スラストプレート		相手部材 ¹⁾		判定 ²⁾
	材質	硬さ ³⁾	材質	硬さ ³⁾	
実施例1	銅合金A	90	銅合金B	98	○
実施例2	銅合金A	90	銅合金C	264	◎
実施例3	銅合金A	90	銅合金C ⁴⁾	390	◎
実施例4	銅合金D	187	銅合金C	264	◎
比較例1	ステンレス鋼	261	銅合金	153	×
比較例2	銅合金A	90	銅合金A	90	×

1) スリーブ及びカウンタープレート

2) 起動停止による損傷程度 ◎: 良好、○: 軽微、×: 損傷あり

3) ビッカース硬さHv

4) 時効硬化処理を施したもの

【0045】従来例である比較例1の場合は、スラストプレートが硬さの高いステンレス鋼で構成されていて、しかも相手部材を構成する銅合金よりも硬いので、該相手部材に備えられたスラスト軸受面の損傷は大きなものとなっている。それに対して、実施例1～7のものは、スラストプレートと相手部材とが組成の異なる銅合金から構成されていて、しかも、硬さが低い（軟らかい）スラストプレートの方に動圧発生用の溝が設けられている。その結果、相手部材に備えられたスラスト軸受面の損傷は軽微で、特に、実施例2～7のようにスラストプレートと相手部材とのビッカース硬さHvの差が50以上であると、より損傷しにくく、より起動停止耐久性に優れることが判明した。

【0046】なお、比較例2のように同一組成の銅合金（硬さも同じ）の場合は、ともがねとなり、起動・停止によりスラスト受面及びスラスト軸受面が損傷しやすいことが判明した。

【第二実施形態】図2は、本発明の流体軸受装置の第二実施形態であるスピンドルモータの断面図である。なお、図2においては、図1と同一又は相当する部分には、図1と同一の符号を付してある。

【0047】ベース11の中央部に立設されている円筒部11aの内側に、ビッカース硬さHvが180以上の銅合金製（より好ましくはビッカース硬さHvが200以上の銅合金製）であるフランジ付円筒体状のスリーブ12が内挿されていて、前記フランジにより一体的に固着されている。前記銅合金としては、例えば、高力黄銅

（中越合金社製、商品名CSM-3E（ビッカース硬さHv180）、CSM-3ME（ビッカース硬さHv196）、P-31BE（ビッカース硬さHv254）等）、アルミ青銅（三菱マテリアル社製、商品名：アームズブロンズ110（ビッカース硬さHv306）等）、ベリリウム銅（ビッカース硬さHv200以上）等があげられる。

【0048】そのスリーブ12に中空状の軸13が挿通されている。軸13は、内周面に雌ねじ13fが形成されており、上端部には浅い逆カップ状のハブ14が一体に固着されている。なお、軸13は中空状ではなく棒状でもよい。ベース11の円筒部11aの外周にはステータ18が固定され、ハブ14の内周面に固定されたロータ磁石19とギャップを介して周面对向して駆動モータMを形成している。

【0049】そして、スリーブ12の下端より突き出た軸13の下端には、円板状のスラストプレート15が固定されている。本実施形態の場合、スラストプレート15は軸13の内周面に設けられた雌ねじ13fに螺合した止めねじ20により取り付けられている。そしてこのスラストプレート15の下面は、ベース11に取り付けたカウンタープレート16の上面と対向し、停止時には両対向面同士が当接している。なお、このスラストプレート15が、本発明の構成要件たるフランジ部に相当する。

【0050】カウンタープレート16の中央部（軸13の真下の位置）には、止めねじ20の頭部20aを収納

する凹部16aが設けてある。そうすれば、止めねじ20をスラストプレート15に没入した形態で取り付けする必要がなく、スラストプレート15の加工が容易となる。なお、スラストプレート15を固定する止めねじ20を頭部20aが没入した形態で取り付けたり、スラストプレート15を軸13に圧入して固着するなどした場合は、凹部16aは設ける必要はない。ただし、スラストプレート15を軸13に圧入して固着した場合は、抜け荷重がスラストプレート15の材質の縦弾性係数により制約されるので、ねじ止めの方が耐衝撃性を確保するのに適している。

【0051】スラストプレート15の上下の両平面はスラスト受面15sとされる。そして、上面側のスラスト受面15sに対向する一方の相手部材であるスリーブ12の下端面及び下面側のスラスト受面15sに対向する他方の相手部材であるカウンタープレート16の上面が、それぞれスラスト軸受面12s及び16sとされて、相対するスラスト受面とスラスト軸受面との少なくとも一方に、例えばヘリングボーン状の動圧発生用の溝（図示せず）を備えてスラスト流体軸受Sを構成している。

【0052】一方、軸13の外周面には、軸方向に間隔をおいて上下に一对のラジアル受面13rが形成されると共に、このラジアル受面13rに対向するラジアル軸受面12rがスリーブ12の内周面に形成されている。そして、ラジアル軸受面12rに例えば、くの字状のヘリングボーン状の動圧発生用の溝17を備えて、ラジアル流体軸受Rが構成されている。このラジアル流体軸受Rの動圧発生用の溝17を、溝長さが外側より内側の方が僅かに短い内向き非対称溝パターンにしておくと、回転中に軸受すき間内の潤滑剤が外部に流出する現象を防止できる。

【0053】なお、動圧発生用の溝17は、ラジアル受面13rに設けてもよいし、ラジアル軸受面12rとラジアル受面13rとの両方に設けてもよい。また、スピンドルモータのトルクを小さくするために、上下2つのラジアル流体軸受R、Rに挟まれたスリーブ12の内周面（又は軸13の外周面あるいはスリーブ12の内周面と軸13の外周面との双方でもよい）に、ラジアル流体軸受Rの軸受すき間に向かってすき間が狭くなるテーパ状の周溝からなる逃げ溝21を設けている。

【0054】さらに、スリーブ12の外周面と円筒部11aの内周面との間には、円環状のすき間が介在していて、そのすき間が潤滑剤溜まり22を形成している。この潤滑剤溜まり22の上部には、外気と連通する空気抜き穴23が開口している。空気抜き穴23は、潤滑剤溜まり22の最上部から垂直に延び、スリーブ12の上端面に開口している。もちろん、空気抜き穴23は、円筒部11aのスリーブ12とのはめあい面に軸方向のスリットを形成するようにして設けてもよい。

【0055】また、潤滑剤溜まり22の内面を形成する円筒部11aの内周面は、下方のスラスト流体軸受Sに向かってすき間が狭くなるテーパ面24とされている。もっとも、テーパ面24は必ずしも円筒部11aの内周面に形成するとは限らず、スリーブ12の外周面に形成してもよく、あるいはスリーブ12の外周面と円筒部11aの内周面との双方に形成してもよい。なお、テーパ面24は、カウンタープレート16の位置するところまでテーパ状となっていてよい。

【0056】そして、潤滑剤溜まり22の下部の流体軸受に近接して連通する部分は、軸受すき間とほぼ等しいか、又は僅かに大きいすき間を有する潤滑剤供給路25とされ、表面張力に基づく毛管現象により潤滑剤が前記軸受すき間に導入されやすいようになっている。当該スピンドルモータへの潤滑剤の注入は、全体を組み立てた後に、カウンタープレート16の中心に設けた厚み方向の通し穴からなる貫通穴26から行われる。注入された潤滑剤は、表面張力によりスラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの各軸受すき間を満たすとともに、余分な潤滑剤は潤滑剤溜まり22に溜まって、そのテーパ面24に表面張力に基づく毛管現象により保持される。したがって、輸送時や使用時にスピンドルモータが倒置されたとしても、潤滑剤溜まり22内の潤滑剤が外部に流出することはない。

【0057】また、潤滑剤溜まり22のすき間の大きさが、テーパ面24により下方の潤滑剤供給路25に向かって狭くなっているため、外部衝撃で飛散した潤滑剤も、外部に流出しない限りは潤滑剤溜まり22のすき間の狭い潤滑剤供給路25の方に自然に集められる。スピンドルモータに潤滑剤を注入した後、貫通穴26にボール27を圧入することにより、該貫通穴26を密封している。なお、ボール27は円筒部材等でもよい。

【0058】このようにスピンドルモータを組み立てると、軸受すき間に気泡の残留が少ない。また、気泡の脱気をより確実にするために、必要により潤滑剤を注入後にスピンドルモータを真空槽に入れ脱気するようにしてもよい。なお、外部衝撃により圧入したボール27の脱落やボール圧入部のすきまからの油もれを防止するために、ボール27の圧入後にカウンタープレート16の外側にシート部材や粘着シール部材等を接着してもよい（図示せず）。

【0059】駆動モータMにより、被回転体である図示しない磁気ディスクを外周部に搭載するハブ14と軸13とを一体的に回転駆動させると、スラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの各動圧発生用の溝のポンピング作用により、各流体軸受S、Rの軸受すき間に充填されている潤滑剤に動圧が発生して、軸13はスリーブ12及びカウンタープレート16と非接触となり支承される。

【0060】回転に伴い軸受すき間に残留する気泡があ

10

20

30

40

50

っても、潤滑剤溜まり22に開口する空気抜き穴23を経由してすみやかに外気に放出される。運転が長期に及んで、軸受すき間に保持されている潤滑剤が次第に蒸発したり飛散したりして不足してくると、潤滑剤溜まり22内に表面張力に基づく毛管現象で保持されている潤滑剤が、その不足分にに応じてテーバ面24に案内されつつすき間の狭い方に吸引され、軸受すき間内に潤滑剤が満たされるまで補給される。すなわち、軸受すき間内の潤滑剤の減少に伴い、潤滑剤供給路25を経由してすき間の狭い軸受すき間に毛管現象で吸引され、潤滑剤溜まり22のテーバ面24の表面張力が釣り合う位置で安定する。こうして、潤滑剤の減少分だけ自動的に潤滑剤が補給される。

【0061】このように本実施形態によれば、潤滑剤溜まり22のすき間がテーバ状であるから、潤滑剤は表面張力ですき間の狭い方に吸引され、一方、組立時に巻き込んだ残留気泡はすき間の大きな方に分離排出される。したがって、各軸受すき間には気泡のない潤滑剤が自動的に確実に補給されて潤滑剤溜まり22と連通し、常時潤滑剤で満たされた状態となり、長期にわたり使用しても信頼性の高い耐久性に優れたスピンドルモータが得られる。

【0062】このような本実施形態のスピンドルモータは、スリーブ12がビッカース硬さHvが180以上の銅合金（より好ましくはビッカース硬さHvが200以上の銅合金）で構成され、スリーブ12の内周面にヘリングボーン状の溝である複数の動圧発生用の溝17が加工されている。スリーブ12の内周面に溝加工するのは、量産性に優れたボール転造等の塑性加工により溝を加工するためである。ボール転造は、軸の外周にはめ合わせた中空状の外筒に複数個の鋼球を保持させた転造治具を、スリーブに押し込むことによって加工する方法である。すなわち、スリーブを旋盤上で切削加工した後、旋盤の主軸をゆっくり正逆回転させながら転造治具をスリーブに押し込むことにより内周面にヘリングボーン状（くの字状）の溝加工を行い、その後に溝周辺の盛り上がり部分を除去する仕上げ切削やボール通しなどの仕上げ加工を必要に応じて行う。もちろん旋盤上でなく、転造装置を用いて転造治具を左右に正逆回転させながら固定されたスリーブに押し込み、ヘリングボーン状の溝を転造加工してもよい。

【0063】ビッカース硬さHvが180以上の銅合金（より好ましくはビッカース硬さHvが200以上の銅合金）からなるスリーブ12の内周面に、ボール転造で動圧発生用の溝17を加工する場合、快削黄銅（ビッカース硬さHv150程度）に比べて硬さが高いために加工が難しい。したがって、溝17の深さを従来よりも浅く、2~10μmの範囲に、好ましくは2~6μmに設定することが必要である。そうすれば、溝加工が比較的容易でしかも軸受性能のよい流体軸受が得られる。

【0064】また、起動停止耐久試験の結果から、スリーブ12を構成する銅合金の硬さをビッカース硬さHvで300以上とすると、ラジアル流体軸受Rの起動停止耐久性を著しく高めることができることが判明した。さらに、銅合金をベリリウム銅とし、時効硬化処理等を施してビッカース硬さHvを350以上とすると、ラジアル流体軸受Rの起動停止耐久性をより高めることができることが判明した。

【0065】ただし、銅合金の硬さが高くなると、動圧発生用の溝を塑性加工した際に生じる該溝周辺の盛り上がり部分を、ボール転造により除去することが困難になるので、旋盤により前記盛り上がり部分を切削除去する必要がある。すなわち、旋盤上でスリーブ12を所定寸法に切削した後、その内周面に溝加工を行い、その後に該溝周辺の盛り上がり部分を前記旋盤上で切削除去する。そうすれば、スリーブ12の内周面の形状精度を容易に確保でき、且つ内外径の同軸度や寸法精度の良好なスリーブ12を得ることができる。

【0066】なお、銅合金をベリリウム銅とし、時効硬化処理を施してビッカース硬さHvを350以上とする場合には、予めボール転造によりスリーブ12の内周面に溝加工を行った後に、時効硬化処理を施して硬さを高くしてもよい。そうすれば、スリーブ12の加工が容易で量産性に優れるので好ましい。その際、時効硬化処理（例えば、315℃で2時間保持）を行うと、材料の収縮のために寸法が変化するるので、予め所定の寸法変化を見込んで切削仕上げ加工しておく必要がある。すなわち、例えば内径寸法は、時効硬化処理による収縮量を見込んで予め大きく加工しておき、そこに溝加工や必要に応じて溝周辺の盛り上がりを除去する加工を行う。なお、時効硬化処理による内径寸法変化は0.06%程度であるので、溝深さの変化に及ぼす影響は実用上無視できる。

【0067】軸13の材質は、硬さが高く耐食性に優れた材料であれば特に限定されるものではないが、例えばマルテンサイト系のステンレス鋼やオーステナイト系ステンレス鋼に熱処理を施して表面を硬化させたものや、あるいはメッキやDLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜による表面処理を行って表面を硬化させたものがあげられる。また、スラストプレート15の材質には、コイニングにより塑性加工しやすい銅合金が適している。

【0068】なお、カウンタープレート16もビッカース硬さHvが180以上の銅合金（より好ましくはビッカース硬さHvが200以上の銅合金）で構成すると、スラスト流体軸受Sの起動停止耐久性が向上する。ただし、駆動モータMのロータ磁石19とステータ18の軸方向の位置をずらせて吸引力を作用（図2における上向きに吸引力を作用させる）させ、スリーブ12の端面（スラスト軸受面12s）にアキシャル荷重の大半を受

けもたせるように設計しておく、カウンタープレート 16 側には負荷がほとんど作用しないので、カウンタープレート 16 の材質にはピッカース硬さ Hv が 180 以上の銅合金に限らず快削黄銅、鉛青銅鋳物、リン青銅等の通常の銅合金を使用することができる。

【0069】また、前記潤滑剤は酸化防止剤を 0.1～5wt% 添加したものであることが好ましい。なぜなら、本実施形態のスピンダルモータについて長期連続回転耐久試験を行ったところ、潤滑剤（例えば、DOS、DOA、DIDA 等のジエステル油や、これらのうち 2 種以上を混合したもの）が銅合金と反応して前記潤滑剤が変色したり劣化したりするという問題が発生したからである。前記潤滑剤に酸化防止剤を 0.1～5wt% 添加すれば、銅合金との反応を抑制できるとともに、高温時の蒸発による潤滑剤の減量を抑えることが可能である。

【0070】酸化防止剤としては、例えば、イルガノックス、フェノール系酸化防止剤（例えば、ヒンダードフェノール化合物等）等があげられる。また、その添加量が 0.1wt% 未満であると上記の添加効果が不十分となり、5wt% を越えると潤滑剤の粘度がベース油（基油）と異なる粘度となってしまうという問題が生じるおそれがある。

【0071】以上説明したように、本実施形態のスピンダルモータによれば、加工性が良好で且つ硬さが高く摺動性に優れたピッカース硬さ Hv が 180 以上の銅合金（より好ましくはピッカース硬さ Hv が 200 以上の銅合金）でスリーブ 12 を構成したので、量産性に優れ低コストであるうえ、起動停止耐久性に優れている。また、動圧発生用の溝の深さを 2～10 μm としたので、ボール転造等の塑性加工による動圧発生用の溝 17 の加工が容易である。

【0072】さらに、銅合金で構成されるスリーブ 12 のピッカース硬さ Hv を 300 以上、より好ましくは 350 以上とすると、起動停止耐久性をさらに向上することができる。

【第三実施形態】第三実施形態のスピンダルモータの構成は、スリーブ 12 がベリリウム銅で構成されている点を除いては、第二実施形態のスピンダルモータの構成と同様であるので、その説明は省略する。

【0073】このような本実施形態のスピンダルモータは、スリーブ 12 がベリリウム銅で構成され、スリーブ 12 の内周面にヘリングボーン状の溝である複数の動圧発生用の溝 17 が加工されている。スリーブ 12 の内周面に溝加工するのは、量産性に優れたボール転造等の塑性加工により溝を加工するためである。ベリリウム銅からなるスリーブ 12 の内周面に、ボール転造で動圧発生用の溝 17 を加工する場合、ベリリウム銅は時効硬化処理前でもピッカース硬さ Hv が 210～270 程度であり、快削黄銅（ピッカース硬さ Hv 150 程度）に比べ

て硬さが高いために加工が難しい。したがって、溝 17 の深さを従来よりも浅く、2～8 μm の範囲に、好ましくは 2～6 μm に設定することが必要である。

【0074】ベリリウム銅からなるスリーブ 12 の場合、動圧発生用の溝 17 の溝深さを 2～6 μm とすると、溝加工が比較的容易でしかも軸受性能の良い流体軸受が得られる。また、起動停止耐久試験の結果から、ベリリウム銅からなるスリーブ 12 に時効硬化処理を施して、ピッカース硬さ Hv を 300 以上、好ましくは 350 以上とすると、ラジアル流体軸受 R の起動停止耐久性が著しく向上することが判明した。ただし、前述の第二実施形態の場合と同様の理由により、予めボール転造によりスリーブ 12 の内周面に溝加工を行った後に、時効硬化処理を施して硬さを高くするようにすれば、加工が容易で量産性に優れるので好ましい。

【0075】その際、時効硬化処理（例えば、315℃で 2 時間保持）を行うと、材料の収縮のために寸法が変化するので、前述の第二実施形態の場合と同様に、予め所定の寸法変化を見込んで切削仕上げ加工しておく必要がある。軸 13 の材質は、硬さが高く耐食性に優れた材料であれば特に限定されるものではないが、例えばマルテンサイト系のステンレス鋼やオーステナイト系ステンレス鋼に熱処理を施して表面を硬化させたものや、あるいはメッキや DLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜による表面処理を行って表面を硬化させたものがあげられる。なお、オーステナイト系ステンレス鋼や硬さの高いスリーブ 12 と異なる組成の銅合金を用いると、ベリリウム銅との熱膨張係数が近いので、高温でも軸受すきまの変化が少ないという利点がある。また、スラストプレート 15 の材質には、コイニングにより塑性加工しやすい銅合金が適している。

【0076】なお、カウンタープレート 16 もベリリウム銅で構成すると、スラスト流体軸受 S の起動停止耐久性が向上する。ただし、駆動モータ M のロータ磁石 19 とステータ 18 の軸方向の位置をずらせて吸引力を作用（図 2 における上向きに吸引力を作用させる）させ、スリーブ 12 の端面（スラスト軸受面 12s）にアキシャル荷重の大半を受けもたせるように設計しておく、カウンタープレート 16 側には負荷がほとんど作用しないので、カウンタープレート 16 の材質にはベリリウム銅に限らず快削黄銅、鉛青銅鋳物、リン青銅等の通常の銅合金を使用することができる。

【0077】以上説明したように、本実施形態のスピンダルモータによれば、加工性が良好で且つ硬さが高く摺動性に優れたベリリウム銅でスリーブ 12 を構成したので、量産性に優れ低コストであるうえ、起動停止耐久性に優れている。また、動圧発生用の溝の深さを 2～8 μm としたので、ボール転造等の塑性加工による動圧発生用の溝 17 の加工が容易である。

【0078】さらに、ベリリウム銅で構成されるスリー

10

20

30

40

50

ブ 12 のピッカース硬さ H_v を 300 以上とすると、起動停止耐久性をさらに向上することができる。特に、ボール転造等の塑性加工により動圧発生用の溝 17 を設けた後に、時効硬化処理等によりピッカース硬さ H_v を 300 以上とすると、加工性すなわち量産性が損なわれることなく起動停止耐久性を高めることができる。

【0079】〔第四実施形態〕図 3 は、本発明の流体軸受装置の第四実施形態であるスピンドルモータの断面図である。ベース 101 の円筒部 101a にスリーブ 102 が固着されている。そのスリーブ 102 に軸 103 が回転自在に挿通され、軸 103 の上端に一体的にカップ状のハブ（ロータ）104 が圧入固定されていて、軸 103 とスリーブ 102 との間には動圧流体軸受部が介在している。すなわち、軸 103 の下端には円板状のスラストプレート 105 が圧入等の手段で固着されていて、スラストプレート 105 の両平面がスラスト流体軸受 S のスラスト受面 105s とされている。

【0080】そして、上面側のスラスト受面 105s には一方の相手部材であるスリーブ 102 の下端面が対向して、スラスト流体軸受 S のスラスト軸受面 102s とされている。一方、スラストプレート 105 の下方には、他方の相手部材であるカウンタープレート 106 が配置され、ベース 101 に固定されている。このカウンタープレート 106 の上面がスラストプレート 105 の下面側のスラスト受面 105s に対向して、スラスト流体軸受 S のスラスト軸受面 106s とされている。

【0081】上記スラスト受面 105s とスラスト軸受面 106s との少なくとも一方に、図示されないヘリングボーン状又はスパイラル状の動圧発生用の溝を備えてスラスト流体軸受 S が構成されている。このスラスト流体軸受 S の構成部材であるスリーブ 102、軸 103、スラストプレート 105、カウンタープレート 106 等の材質については後述する。

【0082】軸 103 の外周面には、上下に離して一對のラジアル受面 103r が形成されされている。また、このラジアル受面 103r に対向させて、スリーブ 102 の内周面にラジアル軸受面 102r が形成されている。そして、ラジアル受面 103r とラジアル軸受面 102r との少なくとも一方に、例えばヘリングボーン状の動圧発生用の溝 107 を備えて、ラジアル流体軸受 R が構成されている。

【0083】ベース 101 の円筒部 101a の外周には積層ケイ素鋼板と巻線とを有するステータ 108 が固定され、ハブ 104 の内周面下側に固定されているロータ磁石 109 とギャップを介して周面对向して駆動モータ M を形成しており、軸 103 とハブ 104 とが一体的に回転駆動される。軸 103 が回転すると、スラスト流体軸受 S とラジアル流体軸受 R の各動圧発生用溝のポンピング作用で各流体軸受の軸受すきまの潤滑剤に動圧が発生して、軸 103 はスリーブ 102 及びカウンターブ

レート 106 と非接触となり支承される。

【0084】この実施形態では、スラスト流体軸受 S を構成する部材の材質を次のように選定している。スラストプレート 105 のスラスト受面 105s に対向するスラスト軸受面 106s を有する相手部材であるカウンタープレート 106 の材質は、例えばベリリウム銅、ステンレス鋼又はセラミック等、加工コストは高くなるが硬さの高いものを用いることができる。これに対して、スラスト軸受面 102s を有する他の相手部材であるスリーブ 102 の材質は、従来通り加工性のよい快削黄銅のままでよい。

【0085】その理由は、次の通りである。ノート型パソコン用 HDD の場合、実使用状態では机に置いて使用する。そこで、起動停止時に主に接触してアキシャル荷重が作用するのは、図 3 のスラストプレート 105 の下側のスラスト軸受面 105s である。従って、この部分に加工コストが多少高くても起動停止耐久に優れた硬さが高く摺動性のよい材質を用いれば、実用寿命は問題がない。しかも、他方の相手部材の方には、より低コストの材料を使用して可及的にコストダウンを図ることができる。

【0086】もっとも、硬さが高く摺動性のよい材質を使用する代わりに、表面処理を施してもよい。例えば、カウンタープレート 106 の材質には、硬さは低いが快削性がよく加工しやすい快削黄銅、リン青銅、鉛青銅鋳物やアルミ合金を用い、その表面（スラスト軸受面 106s）に加工コストは高くなるが硬さが高く摺動性のよいニッケルメッキや DLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜をコーティングするものであり、同じく可及的にコストダウンを図りつつ長い実用寿命が得られる。

【0087】表面処理の厚さとしては、軸受面の寸法精度のばらつきを少なくするために、厚さ $3\mu\text{m}$ 以内とすることが好ましい。このようにすると、厚さのばらつきが膜厚さの $1/3$ あっても、寸法精度のばらつきを $1\mu\text{m}$ 以内に抑えることができ、軸受性能に及ぼす影響が少ない。

〔第五実施形態〕図 4 は、本発明の流体軸受装置の第五実施形態であるスピンドルモータの断面図である。なお、図 4 においては、図 3 と同一又は相当する部分には、図 3 と同一の符号を付してある。

【0088】この実施形態では、スリーブ 102 が外側スリーブ 102a と内側スリーブ 102b との二重構造になっている。外側スリーブ 102a はベース 101 に一体に立設され、その内周面にフランジ付円筒状の内側スリーブ 102b がそのフランジ部で固着されている。また、ハブ 104 の内壁に取り付ける駆動モータ M のロータ磁石 109 の位置を、外側スリーブ 102a の外壁に固定されたステータ 108 に対して、下方に若干オフセットしておき、ベース 101 に対してハブ 104 を上側に磁力で吸引するようにしている。このため、起動停

止時には、装置の使用姿勢に関係なく、スリーブ102の下端面のスラスト軸受面102sとスラストプレート105の上側スラスト受面105sとが主として接触摺動する。

【0089】このようにすると、内側スリーブ102bに硬さが高く摺動性のよいベリリウム銅等を用いるか、又は、硬さは低い加工しやすい銅合金、リン青銅、鉛青銅鋳物等を用いると共にその表面（特に起動停止時に接触してアキシャル荷重が作用するスラスト軸受面102s）に加工コストは高くなるが硬さが高く摺動性のよいニッケルメッキやDLC膜をコーティングすること
10 で、起動停止の繰り返しによる摩耗を低減させて寿命を延長できる。特に、内側スリーブ102bに時効硬化処理したベリリウム銅を用いると、硬さがHvで200以上を確保でき、起動停止時の摩耗がスラスト軸受面102sのみならず、ラジアル軸受面102rでも少なくできることが判明した。

【0090】なお、ベリリウム銅の時効硬化処理は、素材のときに実施してもよいが、硬さが高く内側スリーブ内径に転造で動圧発生用の溝を形成しようとする加工に
20 にくいので、時効硬化処理前にあらかじめ所定の収縮量を見越した寸法に仕上げ加工しておき、時効硬化処理後に所定の寸法精度に入るようにすると、加工が容易で量産性に優れる。

【0091】一方、外側スリーブ102aはベース101と一体として、切削性や量産性に優れ加工コストの安いアルミ合金、アルミダイカスト、マグネシウム合金、マグネシウム射出成形品、銅合金、プラスチック射出成形品等を用いることができる。すなわち、この第五実施形態の場合、内側スリーブ102bには、加工性は多少劣るが硬く摺動性のよい材料を用いるか、硬さは低い加工
30 しやすい材料を用いると共にその表面に硬さが高く摺動性のよい表面処理を施すことができ、外側スリーブ102a/ベース101には摺動性を犠牲にしても加工性に優れコストの安い材料を用いることができ、起動停止耐久性の向上とコストダウンとを両立させることが可能である。

【0092】なお、この実施形態では、軸103は中空とされ、その内周面に雌ねじ110が形成されている。そして、内側スリーブ102bを貫通して突き出た軸下
40 端面に、円板状のスラストプレート105が、雌ねじ110に螺合した止めねじ111で固定されている。ねじ止め構造にすると、軸にスラストプレートを圧入して固着する構造（図3参照）に比べて、軸とスラストプレートとの材質の違いや、固着部分の表面精度に影響されずに抜け荷重が確保できるため、強度及び信頼性に優れる利点がある。また、スラストプレート105のスラスト受面105sに動圧発生用の溝をコイニングで加工するにあたり、ステンレス鋼より成形圧力が低くて成形性のよい銅系材料を使用することができる利点もある。

【0093】この実施形態の場合、スラストプレート105の下方の相手部材であるカウンタープレートは不要である。ただし、ベース101には軸103の真下の位置に、止めねじ111の頭部を収納する貫通穴112を設けている。このように貫通穴112を設けると、組立後でも流体軸受部への潤滑剤の注入が容易となる。この場合、磁気ディスク装置（図4に一点鎖線で表されている）に組み込んだとき、貫通穴112を通り抜けて外部から軸受内部にゴミが侵入しないように、ベース101の底面にカバープレート113を固着して蓋している。また、スピンドルモータ使用中の温度変化により、貫通穴112の空間の空気が膨張するなどして内圧が変化すると軸受すき間内に保持される潤滑剤が押し出される可能性がある
50 のので、これを防ぐために、貫通穴112の空間及びベース101とカバープレート113との間の空間114を磁気ディスク装置内に連通させる通気穴115がベース101に設けられている。

【0094】なお、例えば潤滑剤の注入を真空中で行い、しかも軸103とハブ104の固着を軸受組立後に行うようにすれば、必ずしも貫通穴112を設ける必要はない。貫通穴112を設けない場合は、スラストプレート105を固定する止めねじの頭が突出しないように固定したり、あるいはスラストプレート105を軸103に圧入して固着するなどの工夫が必要である。

【0095】なおまた、内外二重構造のスリーブ102において、内側スリーブ102bと外側スリーブ102aとの間は、円環状の潤滑剤溜まり116になっており、その下端側の潤滑剤供給通路117がスラスト流体軸受Sとラジアル流体軸受Rとの間に開口している。潤滑剤供給通路117の開口の大きさは、各流体軸受の軸受すきまと等しいか、わずかに大きい程度で、表面張力に基づく毛管現象により潤滑剤を保持するようにしている。潤滑剤供給通路117の上端側は、内側スリーブ102bのフランジで閉じているが、そのフランジを貫通する空気抜き穴118を設けて外部に連通している。

【0096】また、潤滑剤溜り116を囲む外側スリーブ102aの内壁（又は及び内側スリーブ102aの外壁）はテーパ面119とされ、潤滑剤溜り116のすきまを潤滑剤供給通路117に向かって次第に狭くなるようにして、軸受すき間への潤滑剤供給の円滑化を図っている。その他の構成及び作用・効果は第四実施形態とほぼ同様である。

【0097】〔第六実施形態〕図5は、本発明の流体軸受装置の第六実施形態であるスピンドルモータの断面図である。第六実施形態のスピンドルモータの構成は、第五実施形態のスピンドルモータの構成とほぼ同様であるので、異なる部分のみ説明し、同様の部分の説明は省略する。なお、図5においては、図4と同一又は相当する部分には、図4と同一の符号を付してある。

【0098】この実施形態においては、第五実施形態と

は逆に、駆動モータMのロータ磁石109をステータ108に対して上方にオフセットしている。このことにより磁気吸引力を下向きに働かせ、起動停止時にはスラストプレート105の下側のスラスト受面105sとカウンタープレート106のスラスト軸受面106sとを主に摺動させるようにしている。

【0099】この場合、ベース101に固着して設けたカウンタープレート106に、摺動性の良い硬いベリリウム銅（特に時効硬化処理し、硬さHv200以上にしたものが好ましい）やステンレス鋼等の材料を用いるか、又は、硬さは低い加工しやすい銅合金、リン青銅、鉛青銅鋳物等を用いると共にその表面（特に起動停止時に接触してアキシャル荷重が作用するスラスト軸受面106s）に硬さが高く摺動性のよいニッケルメッキやDLC膜コーティング等の表面処理を施す。カウンタープレート106が単純な板状であるため、複雑形状の内側スリーブ102bの材質と異なり加工性が多少劣っても摺動性に優れた材料を選ぶことができるし、あるいはスラスト軸受面106sへの樹脂コーティング、メッキ、DLC膜などの表面処理が容易にできる利点がある。

【0100】また、スラストプレート105に硬さが高く加工性のよい銅系材質を用いることができるから、そのスラスト受面105sに動圧発生用の溝をコイニングで加工することができ、量産性に優れコストが安くなる利点がある。また、動圧発生用の溝を硬さの低い材質側に設けることで、硬さの高い相手部材をキズつけるおそれが少なくなるので、起動停止耐久性の向上の点で非常に好ましい。

【0101】なお、スリーブ102、特に内側スリーブ102aの材質としては、快削黄銅の代わりにリン青銅、鉛青銅鋳物、高力黄銅、ベリリウム銅（硬さHv200未満の生材）等を用いてもよく、またその構造も適宜変更してもよい。以上説明した各実施形態は本発明の一例を示したものであって、本発明は前記各実施形態に限定されるものではない。

【0102】例えば、前記各実施形態においては、流体軸受装置としてスピンドルモータを例示して説明したが、本発明は他の種々の流体軸受装置に対して適用することができる。また、流体軸受の構造、空気抜き穴23、118や潤滑剤溜まり22、116の構造、貫通穴26の構造及び有無、動圧発生用の溝パターン、スピンドルモータの細部の構造等に関しては、前記各実施形態に限定されるものではなく、必要に応じて適宜に変更可能である。

【0103】

【発明の効果】以上のように、本発明の流体軸受装置は、フランジ部とスリーブとを切削性の良好な銅合金で構成したので、量産性が優れている。また、前記フランジ部と前記スリーブとは、異なる組成の銅合金で構成さ

れているので、硬さが低い方に動圧発生用の溝を加工すれば、溝の加工性が高いため量産性が優れている。それに加えて、前記溝の加工により生じた前記溝周辺の微小なバリや盛り上がり部分を、完全に除去することが可能であるので、前記フランジ部又は前記スリーブが接触する部材の軸受面が、軸受の起動及び停止の繰り返しによって損傷することを防止できる。

【0104】さらに、本発明の流体軸受装置は、ベリリウム銅、高力黄銅、及びアルミ青銅等のような、加工性及び摺動性に優れたビッカース硬さHvが180以上の銅合金（より好ましくはビッカース硬さHvが200以上の銅合金）で前記スリーブを構成したので、量産性に優れ低コストであるうえ、起動停止耐久性も優れている。

【0105】さらに、本発明の流体軸受装置は、前記スリーブの内周面に設けるラジアル流体軸受を構成する動圧発生用の溝の深さを2~10μmとしたので、加工の容易なボール転造等の塑性加工によって前記溝を加工することができる。さらに、本発明の流体軸受装置は、前記フランジ部を軸にねじ止めによって固着したので、耐衝撃性が優れている。

【0106】さらに、本発明の流体軸受装置は、前記スリーブと相手部材との材質又は硬さが互いに異なっている。また、前記スリーブが備える平面が、スラスト流体軸受の流体軸受すきまを介して前記フランジ部の一方の平面に対向し、前記相手部材が備える平面が、前記スラスト流体軸受の流体軸受すきまを介して前記フランジ部の他方の平面に対向するとともに、前記スリーブの平面及び前記相手部材の平面のうち少なくとも一方は、表面処理を施されている。

【0107】したがって、本発明の流体軸受装置は、前記スリーブ及び前記相手部材の両方を、硬さが高く摺動性のよい材質としたり、高硬度で且つ良摺動性となる表面処理を施したりするよりも、低コストでしかも実質的に同程度の起動停止耐久性を有している。さらに、本発明の流体軸受装置は、前記ラジアル流体軸受の流体軸受すきま及び前記スラスト流体軸受の流体軸受すきまに、0.1~5wt%の酸化防止剤を含有する潤滑剤を備えている。

【0108】したがって、潤滑剤と銅合金との反応が生じにくく、高温時の蒸発による潤滑剤の減量が少ない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の流体軸受装置の第一実施形態であるスピンドルモータの構成を示す断面図である。

【図2】本発明の流体軸受装置の第二及び第三実施形態であるスピンドルモータの構成を示す断面図である。

【図3】本発明の流体軸受装置の第四実施形態であるスピンドルモータの構成を示す断面図である。

【図4】本発明の流体軸受装置の第五実施形態であるスピンドルモータの構成を示す断面図である。

【図5】本発明の流体軸受装置の第六形態であるスピンドルモータの構成を示す断面図である。

【符号の説明】

12, 102 スリーブ

13, 103 軸

* 15, 105 スラストプレート

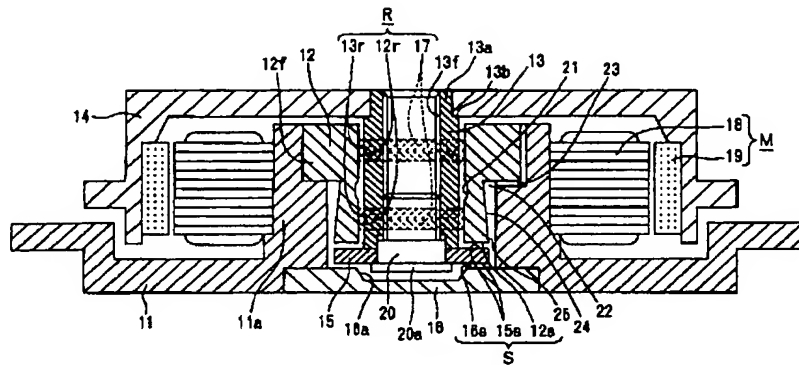
16 カウンタープレート

17, 107 動圧発生用の溝

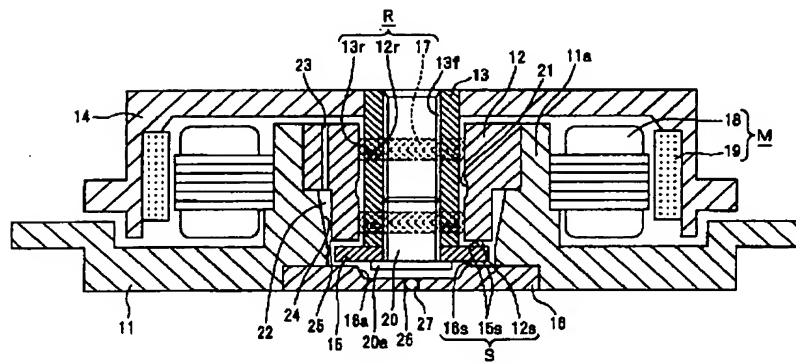
R ラジアル流体軸受

* S スラスト流体軸受

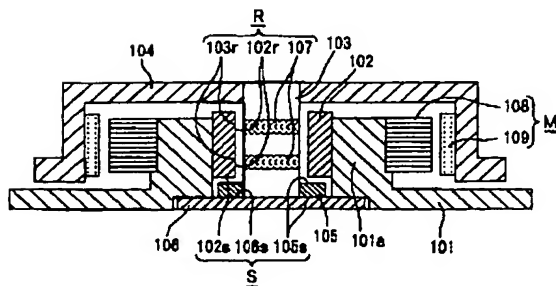
【図1】



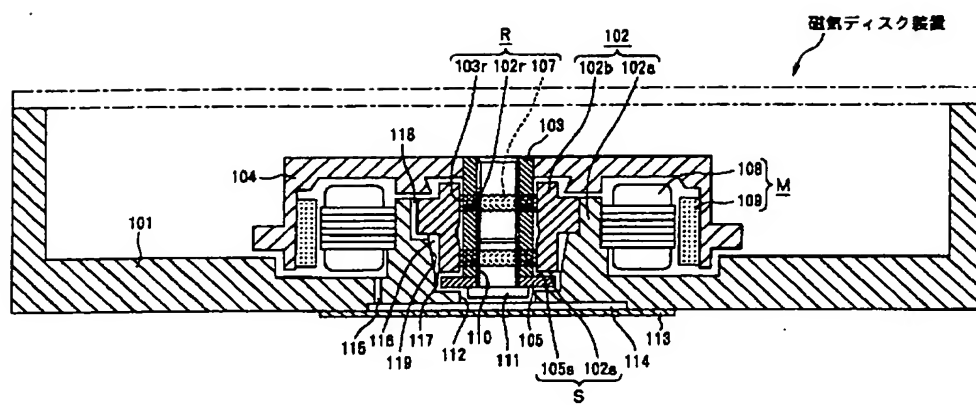
【図2】



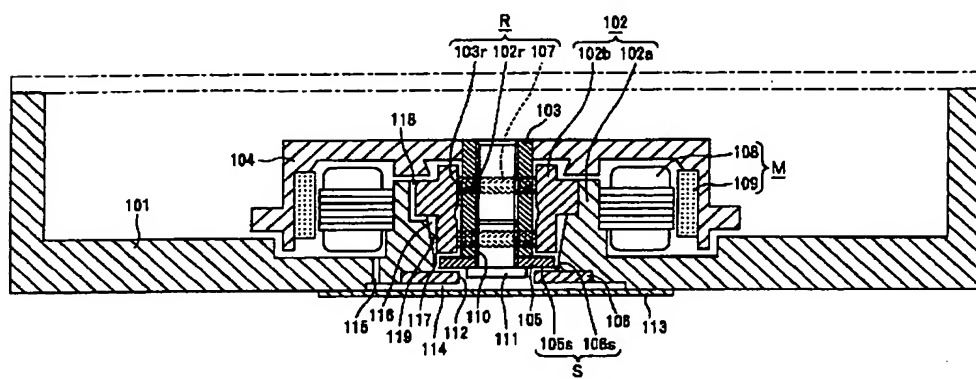
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願2000-168399(P2000-168399)

(32)優先日 平成12年6月6日(2000. 6. 6)

(33)優先権主張国 日本(JP)

(72)発明者 樋口 幸雄

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(72)発明者 大坪 丈信

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(72)発明者 落合 成行

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

Fターム(参考) 3J011 AA06 AA08 AA20 BA06 BA08

CA02 CA05 DA01 JA02 KA02

KA03 LA04 MA02 MA12 MA22

MA24 QA03 QA04 RA03 SB02

SB03 SE02

5H605 BB05 BB09 BB10 BB14 BB19

CC04 EB02 EB03 EB06

5H607 AA00 BB01 BB07 BB09 BB14

BB17 BB25 CC01 DD16 GG01

GG02 GG03 GG09 GG12 GG15

THIS PAGE BLANK (USP 10)